

## **ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УЛУЧШЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬСОВЫХ НАКЛАДОК**

**Старцева М.В. \*, Липунов Ю.И. \*\*, Эйсмонт К.Ю. \*\*, Ярошенко Ю.Г. \***

*\* ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург, Россия*

*\*\* ОАО «ВНИИМТ», г. Екатеринбург, Россия*

Рельсовая накладка – это один из ответственных элементов верхнего строения железнодорожного пути. Важной технологической операцией при производстве рельсовых накладок наиболее часто применяемых типов Р65 и Р50 является закалка в масле (ГОСТ 4133–73). Как известно, при испарении масла, а это неизбежно происходит при закалке горячего металла, образуются следующие вещества: углеводороды, оксикислоты, оксиды серы, серосодержащие соединения – меркаптаны, дисульфиды, оксиды азота, нитросоединения, фенолы, полиароматические углеводороды, фосфоросодержащие органические соединения [1]. Есть данные [2], свидетельствующие, что превышение ПДК по содержанию масляного аэрозоля в атмосфере цехов, использующих нефтяные масла типа И20А, составляет 8–30 раз. Кроме этого, закалочные масла должны соответствовать следующим требованиям: иметь определённый уровень вязкости, который постоянно нужно контролировать; обладать большой стойкостью к испарению, иметь высокую химическую и термическую стабильность. В случае, когда закалочный бак с маслом открытого типа, то необходима мощная система вентиляции, к которой выдвигаются специальные требования по пожаробезопасности. Было установлено, что закаливающая способность масла при одинаковой температуре зависит от вязкости. Со временем вязкость масла увеличивается, поэтому снижается его охлаждающая способность. Основными причинами этого являются: насыщение продуктами разложения с течением времени при закалке, скопление в закалочном баке окалины [3]. Кроме этого, с ростом вязкости увеличивается унос масла из закалочного резервуара, поэтому необходимо его добавление. А через некоторое время требуется полная замена масла, отработанное – подлежит регенерации. Существуют предельные нормы, при которых масло считается негодным к использованию:

- 1) повышение вязкости более чем на 40 % по сравнению с исходной;
- 2) содержание смол более 10 %;
- 3) содержание механических примесей более 0,15 %;
- 4) кислотность более 2–2,5 мг КОН/г [3].

Для поддержания рабочих характеристик масла и увеличения срока годности в него добавляют специальные присадки, которые в том числе уменьшают пенообразование и положительно влияют на его моющие средства. Несмотря на эти меры, масло остаётся пожароопасным, требует подогрева в холодное время года и является источником выброса вредных веществ в атмосферу. Таким образом, для осуществления закалки в масле требуется целый хозяйственный участок для осуществления необходимых операций по обслуживанию.

Альтернативный способ термоупрочнения рельсовых накладок способом струйного водяного охлаждения был предложен Центром новых систем охлаждения и термоупрочнения металлов ОАО «ВНИИМТ». В качестве закалочного устройства применяется система регулируемого водяного охлаждения секционного типа. Термоупрочнение заготовок производится с четырёх сторон плоскими потоками воды (рис. 1) при их транспортировке на проходном режиме по рольгангу через устройство. Между первой и второй секциями имеется промежуток, когда накладка остывает на воздухе. Струи от форсунок направлены под углом к плоскости охлаждаемой накладки. Расход воды с каждой стороны накладки, регулируется раз-

дельно. Это позволяет обеспечить отличные друг от друга условия охлаждения для разномассивных элементов. На каждую секцию организован отдельный подвод воды. Для охлаждения воды на участке имеется градирня, подача которой осуществляется с устройства закали через фильтр, таким способом реализован цикл оборотного водоснабжения.

Такой способ упрочнения по сравнению с упомянутым традиционным – объёмная заковка в масле – имеет сразу несколько преимуществ:

- высокая управляемость процессом за счёт возможности регулирования скорости охлаждения разномассивных элементов в различных температурных интервалах. Это позволяет после термоупрочнения обеспечить оптимальное сочетание прочностных и пластических характеристик, высокий уровень служебных свойств накладок;
- экологичность и безопасность благодаря применению воды, а не масла, в качестве закаливающей среды;
- отсутствие хозяйственного участка, призванного обслуживать отделение заковки;
- использование воды оборотного цикла предприятия.

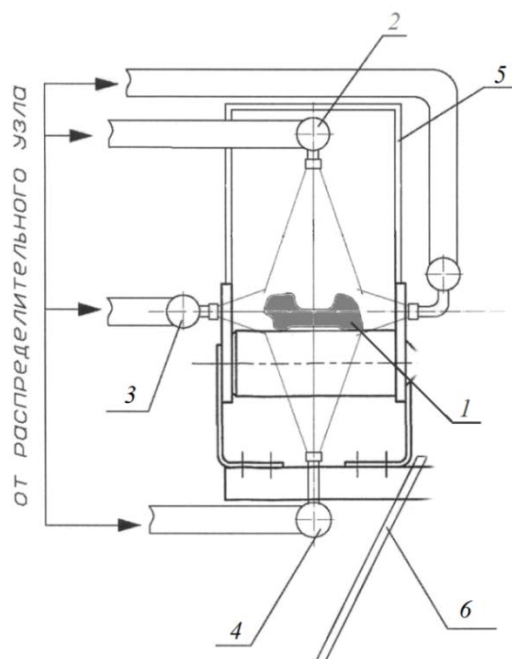


Рис. 1. Схема устройства регулируемого охлаждения:

1 – рельсовая накладка Р65; 2 – верхние коллекторы с форсунками; 3 – боковые коллекторы с форсунками; 4 – нижние коллекторы с форсунками; 5 – камера; 6 – слив воды в бак

С целью определения параметров устройства для промышленной реализации технологии термообработки на опытно-промышленном стенде ОАО «ВНИИМТ» были проведены исследования по охлаждению накладки Р65. Показания термопары № 3 в стендовом эксперименте приведены на рис. 2.

Результаты эксперимента, представленные на этом рисунке, показывают изменение температуры накладки при последовательном прохождении под форсунками секций № 1 и № 2 (температурные минимумы на кривой 1 и 2). С использованием разработанного во ВНИИМТ программного обеспечения [4] также были выполнены расчеты ускоренного охлаждения рельсовой накладки при различных граничных условиях. Поле температуры по сечению тела для случая двумерной задачи было рассчитано в результате численного решения уравнения теплопроводности Фурье. Задача реализована в программный модуль и учитывает зависимость коэффициентов удельной теплоёмкости и теплопроводности от температуры. Полученные данные стендовых исследований и расчётного анализа позволили уточнить рабочие режимы устройства в условиях производства.

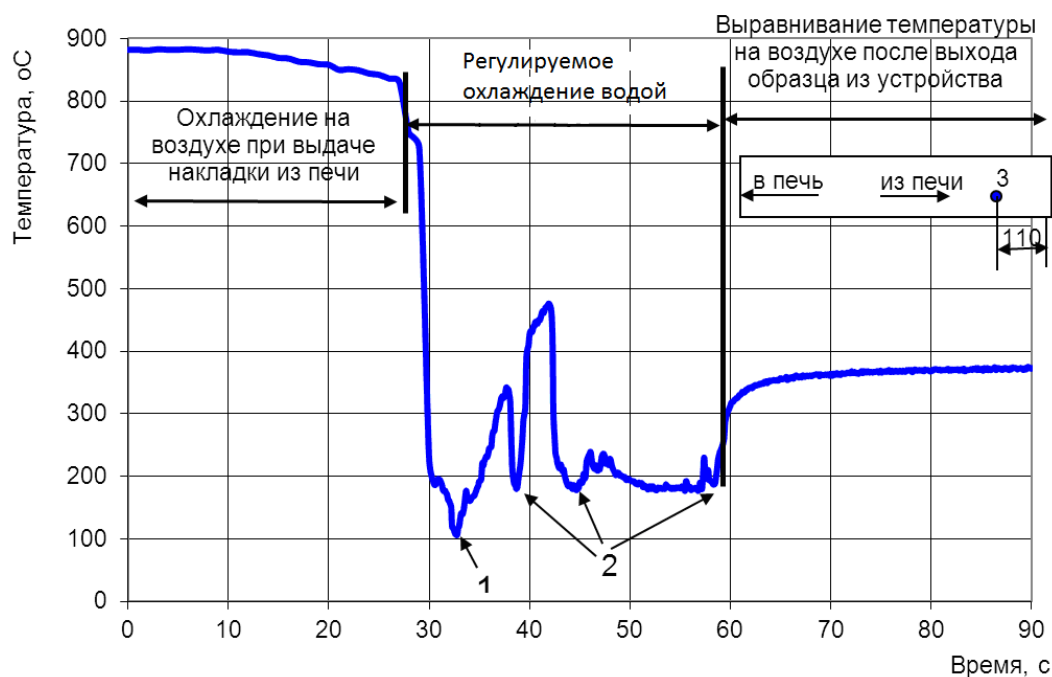


Рис. 2. Изменение температуры во времени рельсовой накладки при охлаждении устройстве ВНИИМТ (данные стендового эксперимента):  
 — Показания термопары № 3, установленной на поверхности шейки рельсовой накладки Р65: 1 – температурный минимум в результате воздействия форсунок секции № 1;  
 2 – температурные минимумы в результате воздействия форсунок секции № 2

Последние полученные данные по механическим свойствам на промышленном устройстве ВНИИМТ приведены в таблице 1.

Таблица 1  
 Механические свойства термоупрочнённых накладок в устройстве регулируемого охлаждения на предприятии ОАО «ЕВРАЗ НТМК» филиал НСМЗ

Накладки	Временное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Твёрдость, НВ
«НТМК»	963–985	640–655	12–16	31–41	236–269
«КМК»	872–912	545–555	13–19	31–37	241–255
Требования ГОСТ 4133–73	не менее 844	не менее 530	не менее 10	не менее 30	в пределах 235–388

В таблице 1 указаны данные механических свойств для двух видов проката: «Объединенного Западно-Сибирского металлургического комбината» (ранее «НКМК») и «ЕВРАЗ НТМК» филиал Нижнесалдинский металлургический завод (НСМЗ). Эти сорта отличаются по содержанию углерода, поэтому для каждого из них был определён подходящий тепловой режим работы устройства с учётом ранее выполненных стендовых испытаний. Тепловые режимы были скорректированы в процессе проведения пуско-наладочных работ с исследованием механических свойств в лаборатории завода НСМЗ.

В заключении следует отметить, что новая технология водяного струйного охлаждения обеспечивает требования ГОСТ 4133–73 к рабочим характеристикам рельсовых накладок и позволяет экологично вести процесс термоупрочнения с использованием в качестве закалочной среды воды, исключая тем самым, известные сложности при закалке в масле.

## Список использованных источников

1. Солдатенко Н.А., Карманов В.В., Ходяшев М.Б. Экологические аспекты утилизации моторных масел в качестве закалочных жидкостей // защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. № 7. С. 60–63.
2. Закалочная среда ПК–М. Электронный ресурс. Режим доступа: URL: [http://www.termoobrabotka.com.ua/rus/parts\\_polyterm\\_t.html#link](http://www.termoobrabotka.com.ua/rus/parts_polyterm_t.html#link)
3. Райцес В.Б. Термическая обработка: в помощь рабочему-термисту. М.: Машиностроение, 1980. 192 с.
4. Разработка новой технологии и устройства для термоупрочнения рельсовых накладок / Ю.И. Липунов, К.Ю. Эйсмонтт, Ю.Г. Ярошенко, М.В. Старцева, Е.В Некрасова. Теория и практика тепловых процессов в металлургии: сб. докл. межд. научно-практ. конференции. 18–21 сент. 2012 г. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 437 с. (С. 290–295).

### ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ В СЛОЕ АГЛОМЕРАТА В БУНКЕРЕ КОМПАКТНОГО БЗУ НА РАВНОМЕРНОСТЬ ИХ ПОСТУПЛЕНИЯ В КОЛОШНИКОВОЕ ПРОСТРАНСТВО ПЕЧИ

Теплых Е.О., Сибгатуллин С.К., Харченко А.С., Махмутов Р.Ф.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова»,  
г. Магнитогорск, Россия*

Равномерное распределение компонентов шихты по окружности колошника доменной печи и оптимальное по радиусу обеспечивает снижение градиента температур по периферии, повышение степени использования газового потока, вследствие чего уменьшение температур в газоотодах. Это может позволять вести плавку с повышенным перепадом давления газов [1]. Его рост на каждые 10 кПа в условиях ровного схода шихтовых материалов обеспечивает снижение удельного расхода кокса на 8 кг/т чугуна и повышение производительности печи более чем на 2 % [2]. Однако, на печах, оснащенных компактным бесконусным загрузочным устройством (БЗУ) лоткового типа возникают сложности в обеспечении равномерного окружного распределения материалов [3; 4]. Это связано с многокомпонентностью используемой шихты.

На равномерность поступления материалов в колошниковое пространство печи в значительной степени влияет расположение компонентов шихты в бункере БЗУ относительно друг друга. Для выявления рационального режима загрузки шихты в доменную печь провели серию опытов на физической модели однокотлового компактного загрузочного устройства лоткового типа, изготовленной в масштабе 1:5 по отношению к линейным размерам БЗУ доменных печей № 2, 4, 6 ОАО «ММК» [5; 6].

Исследовали влияние расположения окатышей в слое агломерата при изменении их доли от общего количества железорудных материалов.

Для определения воздействия этих факторов на равномерность распределения компонентов шихты применили планирование эксперимента [7]. При составлении матрицы планирования использовали полный двухфакторный план с варьированием на трех уровнях.

В качестве выходного параметра использовали коэффициент равномерности поступления компонентов шихты из бункера БЗУ:

$$K_{\text{кш}} = 1 - \frac{\sigma_i}{K_{\text{ш}}_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где  $\sigma_i$  – среднеквадратическое отклонение по массе  $i$ -тых порций компонентов шихты, поступающих из бункера;

$K_{\text{ш}}_{\text{ср}}$  – среднее значение поступающих из бункера порций шихты, по массе.